



Salmon F.
PRAM / Cirad.

La création de nouvelles variétés de bananes : un défi environnemental

En Martinique, l'économie agricole repose en grande partie sur la filière banane. Or, la durabilité de cette filière est menacée par des contraintes socio-économiques et environnementales. Parmi ces dernières, l'une des principales est la nécessité de réduire globalement l'usage des pesticides. Partant de cette problématique agro-environnementale, une démarche de recherche finalisée doit être poursuivie. L'idée développée ici est de créer des variétés capables de se défendre seules contre les différents parasites. L'objectif final est en effet de ne plus avoir recours aux pesticides. La mise en place de cette recherche suit une logique de processus d'innovation qui conduit à développer une méthodologie efficace, à expérimenter et tester sa faisabilité à différentes échelles, à adapter l'itinéraire technique aux contraintes de l'ensemble de la filière, et enfin à transférer ces variétés à la profession pour une large diffusion.

On passe de la sélection de la variété potentielle à la parcelle de production, et de la création variétale à la commercialisation à grande échelle. L'innovation variétale peut ainsi être définie comme un processus long et continu, qui mène de l'idée de recherche au transfert réussi de solutions pertinentes vers ses bénéficiaires finaux. Dans cet article, nous verrons que la culture de la banane aux Antilles est soumise à un certain nombre de contraintes. Nous expliquerons ensuite comment obtenir une variété aboutie qui réponde aux objectifs fixés. Enfin, nous aborderons les perspectives d'utilisation de ces nouvelles variétés.

DU CONSTAT A LA PROBLEMATIQUE AGRO-ENVIRONNEMENTALE

Un ancrage important dans l'économie martiniquaise

La production bananière est une composante socio-économique majeure en Martinique. Elle occupe 29 % des surfaces agricoles utilisées, pour une production essentiellement tournée vers l'exportation (source : service statistique de la DAF – Martinique). En 2005, 88 % des 260 milliers de tonnes de bananes produites étaient destinés au marché export. Cette production repose exclusivement sur l'utilisation de variétés du groupe standard Cavendish (98 %). C'est la même variété qui est produite en Martinique,

au Costa Rica et en Côte d'Ivoire. En conséquence, les producteurs martiniquais sont en concurrence directe avec les autres pays exportateurs de bananes, notamment ceux des zones "dollar" et Afrique. Or, le coût de main d'œuvre sur l'île reste particulièrement élevé, de 6 à 28 fois supérieur à ceux des pays concurrents. Ainsi, la concurrence mondiale place les producteurs antillais en position de faiblesse sur le marché export.

Néanmoins, la production intensive de banane "dessert" demeure essentielle dans le paysage socio-économique de l'agriculture martiniquaise. En 2005, 50 % de la population active agricole travaillait dans la production bananière, ce qui représente 6000 emplois directs et pratiquement autant d'emplois indirects.

Une culture menacée par des problèmes phytosanitaires

Sur le plan biologique, la monoculture bananière est soumise à de fortes contraintes parasitaires dues en particulier à *Mycosphaerella musicola*, agent de la maladie de Sigatoka ou cercosporiose jaune. *Mycosphaerella musicola* est un champignon microscopique qui colonise la surface des feuilles. Celles-ci se dessèchent et se nécrosent, ce qui induit une insuffisance de la photosynthèse, et donc une sous-alimentation de la plante. La conséquence sur la qualité des fruits est, qu'une fois récoltés, ceux-ci mûrissent avant d'arriver aux consommateurs.

La cercosporiose jaune induit des traitements aériens



Figure 1 :
symtômes de la
cercosporiose jaune.

Les variétés Cavendish cultivées sont très sensibles à la cercosporiose jaune, maladie foliaire dont le contrôle est indispensable avant exportation. Pour lutter contre une telle pression parasitaire, les seuls moyens connus actuelle-

ment sont les épandages aériens fréquents de fongicides et d'huiles. Ce type de lutte reste polluant pour l'environnement, néfaste pour l'industrie touristique (importante aux Antilles) et coûteux pour les producteurs. En 2005, la moyenne était de 9,6 traitements par an.

Bien que cette lutte soit raisonnée (dans le cadre d'un système d'avertissement bioclimatique), des cas de résistance à certaines familles de fongicides sont apparus dans les Antilles françaises. Le choix des fongicides est donc de plus en plus restreint.

En 2005, seules deux molécules de la famille des triazoles étaient utilisables, ce qui conduisit à une perte d'efficacité des fongicides.

De plus, la législation dans ce domaine se radicalise. Selon l'arrêté du 5 mars 2004 relatif à l'utilisation par voie aérienne des produits mentionnés, aucun traitement aérien n'est admis à moins de 50 m des habitations et des points d'eau. Or, les Antilles françaises sont des milieux insulaires fortement anthropisés. Dans ce contexte, 20 % des bananeraies ne peuvent plus être traitées en Martinique.

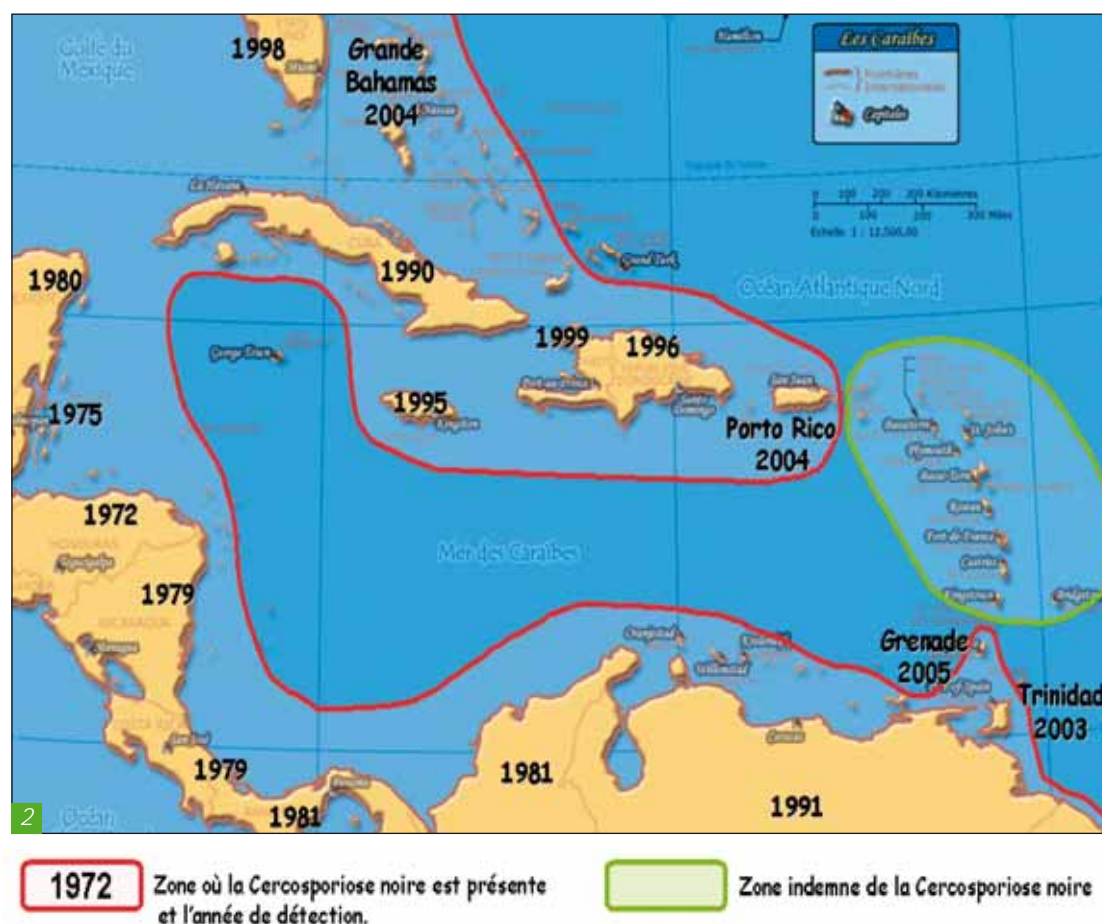
A terme, les traitements aériens risquent d'être interdits sur tout le territoire.

L'arrivée de la cercosporiose noire impliquerait beaucoup plus de traitements

Les Antilles françaises sont également sous la menace de l'apparition d'une maladie apparentée plus grave : la maladie des raies noires, ou cercosporiose noire causée par une espèce parasite : *Mycosphaerella fijensis*, qui a la particularité d'être plus rapide à se multiplier que son "cousin" *M. musicola*.

Cette maladie n'est pas encore présente en Martinique. Identifiée pour la première fois dans le Pacifique (îles Fidji) en 1963, la maladie des raies noires est arrivée sur le continent américain au Honduras en 1972 (cf. figure 2).

Depuis, la maladie progresse d'année en année sur le continent et depuis une quinzaine d'années dans l'arc caribéen : Cuba, République Dominicaine, Jamaïque, Haïti, et Porto Rico au Nord, Trinidad et Grenade au Sud, sont désormais touchés (*Fortune et al.*, 2005).



*Figure 2 :
progression de la
Cercosporiose noire
dans la Caraïbe.*



L'introduction de ce parasite induirait une multiplication par 3 des traitements fongicides. S'ensuivraient un accroissement de la charge polluante et bien entendu des coûts de traitements. Aux Antilles, on estime à 40 % les surfaces cultivées qui pourraient de ce fait être abandonnées.

Les nématodes

Les nématodes sont des vers microscopiques telluriques. Sur le bananier, les plus redoutés par les producteurs sont *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffae*. Ils provoquent en effet des lésions et nécroses au niveau des racines, constituant ainsi des portes d'entrées pour les parasites secondaires tels que champignons ou bactéries. Dès qu'il le peut, le nématode quitte la racine. Il pénètre dans le sol et se laisse transporter par les flux d'eau jusqu'à une nouvelle racine, ce qui explique la rapidité d'infestation. Les dégâts entraînés se manifestent par des perturbations de la nutrition minérale et hydrique.

Mais surtout, l'ancrage au sol est affaibli ce qui peut entraîner des chutes de plants, notamment en périodes ventées. Les pertes de rendement varient en fonction du niveau d'infestation et des espèces présentes, mais aussi des conditions environnementales (sol, climat, pratiques culturales...). Ces pertes se cumulent au cours des cycles et diminuent la durée d'exploitation d'une bananeraie.

Pour lutter contre ces parasites, la lutte chimique est déclenchée sur avertissement biologique. La pratique de la jachère, la mise en place de drains de ceinture et la plantation de vitroplants sains ont permis de réduire de plus de 60% les tonnages de matières actives utilisées en Martinique : de 84 tonnes sur 8600 hectares en 1996 à 30 tonnes sur 8 200 hectares en 2004, avec des rendements similaires (Chabrier *et al.*, 2005). Le nombre de traitements est passé en moyenne de 2,1 à 0,8 en 10 ans (cf. figure 3).

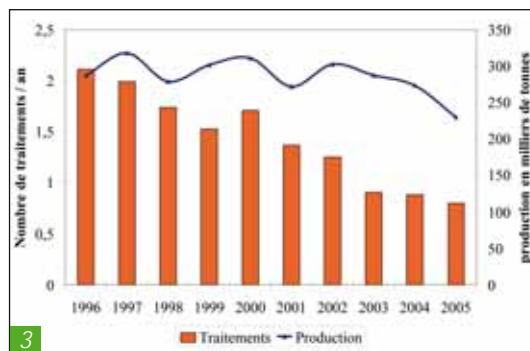


Figure 3 : évolution du nombre moyen de traitements nématicides par an dans les bananeraies martiniquaises (D'après Chabrier *et al.*, 2005).

Mais ces pratiques culturales assainissantes ne permettent pas pour l'instant, dans le cas de la variété Cavendish, de maintenir tout au long de la vie d'une bananeraie, un niveau d'infestation minime qui n'impliquerait aucun traitement nématicide.

Le niveau de sensibilité aux nématodes n'est pas le même selon les variétés. Les nématodes ne se développent pas toujours à la même vitesse, et de ce fait, ne vont pas entraîner les mêmes dégâts.

DE LA VARIÉTÉ POTENTIELLE À LA PARCELLE DE PRODUCTION

Compte-tenu des problèmes posés par le recours systématique aux pesticides, l'idée développée par le Cirad depuis plus de 20 ans est de créer de nouvelles variétés de bananes ne nécessitant pas l'usage massif de ce type de produits. La variété idéale, ou idéotype, devrait alors réunir les qualités suivantes :

- être résistante aux cercosporioses,
- être tolérante aux nématodes,
- être différenciable du standard Cavendish aux yeux des consommateurs, et,
- être adaptée aux critères d'une production raisonnée.

Mais avant d'espérer développer et diffuser la variété idéale, le chemin est long et s'appuie sur une méthodologie que nous allons maintenant détailler.

Des variétés ancestrales comme parents

Les variétés ancestrales de bananiers portent des fruits remplis de graines. Elles sont donc fertiles, mais impropres à la consommation. Depuis plusieurs milliers d'années, l'homme s'est évertué à cultiver et à sélectionner des bananiers dont les fruits ont de moins de moins de graines. Les résultats de cette sélection massive sont les variétés cultivées aujourd'hui, qui ne produisent plus ni pollen ni graine et par conséquent, sont stériles. La particularité de ces bananiers est qu'ils sont parthénocarpiques. Cela leur permet de produire des fruits sans fécondation des fleurs, contrairement à la pomme ou à la goyave par exemple.

La stratégie du Cirad n'est pas d'améliorer ces variétés cultivées existantes, mais de créer par des techniques d'amélioration conventionnelle de nouvelles variétés directement à partir des variétés ancestrales, rassemblant le maximum des caractéristiques recherchées (Jenny *et al.*, 2004). En Guadeloupe, le Cirad possède une collection de 450 accessions. Celle-ci offre une bonne représentation de la variabilité génétique naturelle des bananiers. Elle sert donc de base aux croisements. Le choix des deux parents se fait sur plusieurs critères :

- fertilité, car les croisements ne sont possibles que si le bananier produit du pollen et que celui-ci est fertile,
- aptitude à la combinaison,
- caractéristiques phénotypiques : le but est de concentrer en un même bananier le maximum de caractères complémentaires favorables apportés par les deux parents (résistances, qualité du fruit, caractères agronomiques comme la hauteur ou le rendement).

Le croisement se fait par hybridation. Le pollen du parent mâle est déposé manuellement sur les fleurs du parent femelle au moment de la floraison. Lorsque les fruits arrivent à maturité, environ deux mois et demi après la fécondation, les graines contenues dans les bananes sont recueillies. Chaque graine est différente et représente potentiellement un bananier, soit une variété potentielle. Malheureusement, toutes les graines ne sont pas viables et très souvent, peu de graines sont produites. C'est pourquoi, pour exploiter au maximum les graines créées et donc augmenter la chance de sélectionner notre idéotype, toute graine recueillie passe par une phase de culture sur milieu gélosé, ce qui facilite le sauvetage des embryons. Une fois les graines germées, les plantules formées sont sevrées. On passe alors du laboratoire à la parcelle expérimentale. On aboutit à une population d'hybrides prêts à être évalués en plein champ.

Plus on sélectionne, plus on multiplie ...

La sélection des hybrides « dessert » est réalisée sur une base phénotypique en station. Au CIRAD, un protocole d'observation et de sélection multicritères a été établi : VaNouBa pour "Validation de Nouvelles variétés de Bananes". Cette procédure intègre tous les aspects de l'évaluation en conditions réelles ainsi qu'en

laboratoire : agronomie, phytopathologie, physiologie et génétique. Dans ce processus VaNouBa, quatre phases sont à distinguer par le nombre d'individus mis en jeu et les observations réalisées (Salmon *et al.*, 2005).

- **Phase I** : chaque individu de la population hybride est évalué sur des critères drastiques : port de la plante, hauteur, conformation du régime, longueur de cycle, et première évaluation de la qualité gustative des fruits. On réalise alors une sélection négative, c'est-à-dire l'élimination de tous les individus qui ne répondent pas aux critères minima. Seuls 10 % des hybrides, en moyenne, passent cette étape.
- **Phase II** : Chaque individu sélectionné en phase I est multiplié en cinq exemplaires conformes. Son potentiel agronomique et qualitatif est testé sur deux cycles de culture. Une première évaluation du comportement au champ vis-à-vis de la cercosporiose jaune est effectuée. On réalise alors une sélection positive au cours de laquelle seuls les quelques génotypes possédant un réel avenir passent en phase III.
- **Phase III** : Les hybrides retenus sont indexés pour vérifier l'absence de tout virus et multipliés à deux cents exemplaires par culture in vitro de façon à pouvoir mettre en place des parcelles d'une taille suffisante pour des observations significatives. La caractérisation se fait au niveau agronomique, afin de déterminer l'itinéraire technique, le rendement potentiel et le comportement du bananier au champ. C'est aussi à ce stade que les hybrides sont testés sur leur comportement vis-à-vis des principaux agents pathogènes. Cela se fait de deux façons complémentaires : au champ pour les maladies présentes sur le site d'expérimentation comme la cercosporiose jaune, et en conditions contrôlées pour les autres comme la cercosporiose noire (Abadie *et al.*, 2005) ou les nématodes (Quénéhervé *et al.*, 2006). Enfin, les paramètres de qualité post-récolte



(fonctionnelle et nutritionnelle) sont aussi évalués. A l'issue de cette phase, on possède la carte d'identité de la variété potentielle.

- **Phase IV** : C'est la phase de validation. Les bananiers sont évalués chez les producteurs en conditions de production. Il s'effectue alors un nouveau changement d'échelle. On passe de la parcelle expérimentale à la parcelle de production. L'amplification des nouvelles variétés de bananiers se fait par multiplication végétative *in vitro*. L'objectif est de tester la nouvelle variété dans l'ensemble de la filière : le laboratoire de multiplication *in vitro*, le serriste, le producteur, le transporteur en bateau, le mûrisseur, le distributeur et les consommateurs.

Ce n'est qu'à l'issue de ce long processus (10 à 15 ans) que la variété sera validée. Son lancement commercial sera alors du ressort des différents acteurs économiques de la filière.

La montée en puissance s'accompagne proportionnellement d'une augmentation du nombre de partenaires, d'une implication de plus en plus forte des acteurs de la filière, d'un coût de l'innovation qui va croissant, et de surfaces plantées de plus en plus importantes.

A chaque étape du processus d'innovation, à chaque changement d'échelle, le développement des variétés peut être stoppé ou validé.

L'innovation variétale est un processus évolutif et continu.

Le programme d'innovation variétale "banane" est un programme qui a débuté au Cirad il y a

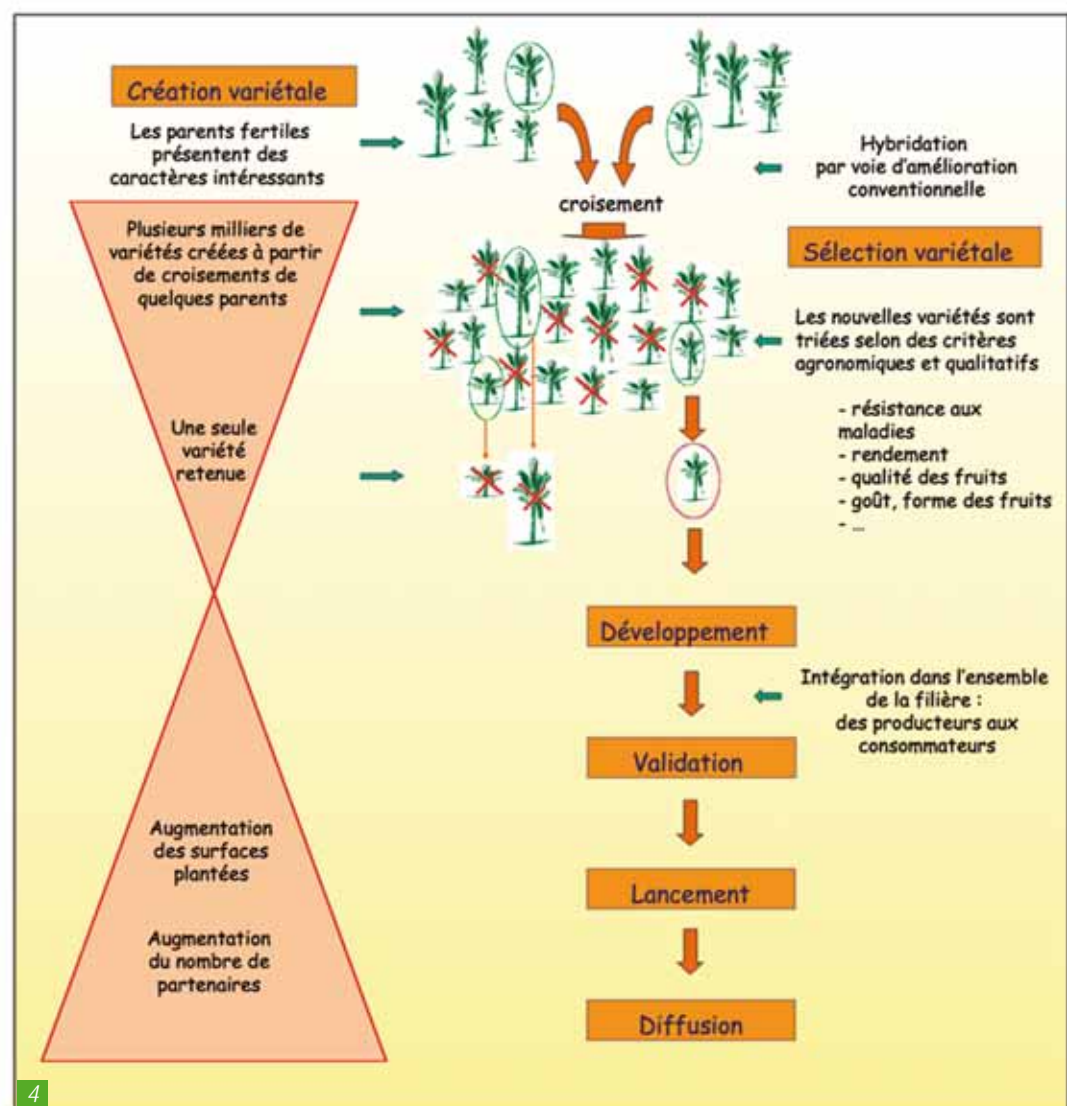


Figure 4 : schéma de création et de sélection d'une nouvelle variété de banane.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abadie C., Pignolet L., El Hadrami A., Habas R., Zapater M.F. and Carlier C., (2005), *Inoculation avec *Mycosphaerella* sp., agent de cercosporioses, de fragments de feuilles de bananiers maintenus en survie* Cahier des Techniques de l'INRA ; Numéro spécial « Méthodes d'appréciation du comportement variétal vis-à-vis des bioagresseurs », p 131-134.

Chabrier C., Mauléon H., Bertrand P., Lassoudière A., and Quénéhervé P. (2005) *Banane antillaise, les systèmes de culture évoluent : en Martinique, méthodes alternatives pour réduire l'utilisation des nématocides et insecticides en bananeraies.* In : *Phytoma - La défense des végétaux* n 584, p. 12-16.

Fortune M.P., Gosine S., Chow S., Dilbar A., St. Hill A. Gibbs H. and Rambaran, (2005) *First report of black sigatoka disease (causal agent *Mycosphaerella fijensis*) from Trinidad, Plant Pathology* 54, 246.

Jenny C., Tomekpe K, Bakry F., and Escalant J.V, (2004) *Revue des stratégies d'amélioration conventionnelle de Musa*, InfoMusa, Vol.13 n°2, p.2-5.

Loeillet D., (2002) *Le commerce européen de la banane et ses enjeux*, In : *Reunión de la*

une vingtaine d'années. Lors des premières hybridations, l'objectif principal était la résistance aux cercosporioses. Avec l'expérience et les enseignements tirés du développement des différents hybrides, nous avons intégré de nouveaux critères de sélection. Ainsi, la robustesse des plants, la tolérance aux nématodes, le goût, la forme, la couleur du fruit sont autant de caractéristiques maintenant prises en compte.

Le passage dans la filière de l'une de nos variétés a permis de considérer les contraintes des circuits de distribution, d'intégrer le mode de fonctionnement complexe de cette filière banane, avec ses contraintes inamovibles et ses possibilités d'adaptation et d'évolution. Nous avons aussi fait le tri parmi les géniteurs potentiels. Certains d'entre eux ont été écartés parce qu'ils portaient dans leur génome des virus intégrés, d'autres l'ont été parce qu'ils n'ont jamais donné de graines.

L'innovation variétale pour la banane est un processus continu. Encore beaucoup de combinaisons restent à explorer. Chaque année, de nouvelles combinaisons de géniteurs sont testées et de nouveaux hybrides rentrent dans le processus Vanouba.

D'autre part, certains croisements qui ont déjà donné des hybrides intéressants sont intensifiés, c'est-à-dire que le croisement est pratiqué plusieurs fois pour explorer au maximum la diversité créée. Plus on répète le croisement, plus on a de chances de tirer la meilleure combinaison génétique, associant les avantages apportés par les différents géniteurs.

PERSPECTIVES D'UTILISATION DES HYBRIDES DE BANANES

L'aboutissement à une variété commerciale répondant aux contraintes environnementales et commerciales n'est possible que si la sélection et l'évaluation se font par changements d'échelle successifs. Le positionnement de ces nouvelles variétés dans le paysage agricole antillais devra également se faire par étapes.

Les stratégies d'utilisation variétale pourront s'envisager à différents niveaux : la parcelle, le système d'exploitation ou/et le bassin versant. Dans l'immédiat, il paraît évident que certaines zones devront être prioritaires compte-tenu des contraintes spatiales liées à l'arrêté des 50 mètres. Mais, à terme, l'efficacité dans le contrôle des épidémies notamment de cercosporiose doit

être raisonnée en fonction de la dynamique et de la structuration des populations pathogènes.

Pour éviter le contournement trop rapide des résistances par les champignons, ou la sélection de certaines espèces de nématodes, des dispositifs en « patchwork » avec des zones refuges seront à privilégier. Il ne s'agit donc pas de remplacer l'ensemble de la bananeraie existante aujourd'hui en Cavendish par tel ou tel hybride, mais au contraire de proposer une mosaïque de solutions adaptées aux contraintes écologiques et économiques particulières de nos régions.

Les nouvelles variétés sont indissociables du développement de nouveaux systèmes de cultures visant un objectif "zéro pesticide". Le développement durable et raisonné de la culture de la banane passe par l'émergence de nouveaux types de marchés, permettant à chaque acteur de trouver la ou les solutions qui lui conviennent le mieux.

Les tentatives de segmentation sur le marché européen existent déjà mais ne concernent que des volumes très faibles (5 % du marché européen) relativement à la suprématie de la banane « dessert » standard. Ces tentatives sont récentes et peuvent être réparties en trois groupes (Loeillet, 2002).

On note la segmentation par produit avec le cas de la banane à cuire de type "plantain". Ce fruit plutôt consommé sous forme de légume est destiné à certains groupes ethniques, et les quantités importées en Europe restent inchangées depuis une dizaine d'années. Les autres cas de segmentation sont les bananes exotiques de couleur rouge/rose, les "figue-pomme" et les "Frayssinettes".

La consommation de ces bananes reste marginale et très spécifique (fêtes de fin d'année, circuits de distribution spécialisés) car le prix au détail est en général élevé.

La segmentation par mode de production est basée sur la même variété Cavendish, mais cette dernière est alors produite autrement. C'est l'image que les consommateurs achètent dans ce cas. Ainsi, la banane certifiée biologique est en progression constante, principalement en Suisse et dans les régions du Nord de l'Europe. La République Dominicaine, l'Equateur et le Pérou se sont emparés de ce marché. En Martinique, si elle se développait, la banane "bio"



asociación para la cooperación en investigación de banano en el Caribe y en América tropical (ACORBAT). Memorias XV reunión, p. 535-540.

Quénéhervé P., Marie-Luce S., Barout B. and Grosdemange F., (2005), Une technique de criblage variétal précoce des bananiers envers les nématodes phytoparasites, Nematology vol. 8(1), 147-152.

Salmon F., Abadie C., Bugaud C., Chillet M., Dorel M., Jenny C., Rissède J.-M., Teycheney P.-Y., and Cote F. (2005) Développement d'une variété de bananes : la Flhorban 920, Communication au 41^e congrès annuel de la Société Caraïbe pour les Plantes Alimentaires (10-16 juillet 2005, Le Gosier, Guadeloupe).

Figure 5 : nouvelle variété Flhorban 920 présentée en sachets.

serait cantonnée aux régions sèches du Sud, là où la pression parasitaire est relativement faible. Les bananes issues du commerce équitable (Fair Trade), quant à elles, sont présentes sur le marché européen mais ne sont pas adaptées aux conditions de production communautaire. On peut aussi citer la "banane de Montagne", développée en Guadeloupe, qui renvoie à une zone géographique de production très spécifique.

Enfin la segmentation de présentation différenciée est la plus forte : banane en sachet prépesé, bananes enfants avec des fruits de petite taille comme sur le marché anglais ou danois.

Les possibilités de segmentation qu'offrent les nouvelles variétés semblent adaptées aux conditions antillaises. Elles peuvent en effet se positionner dans les trois types de segmentation : par un mode de production plus respectueux de l'environnement, par des bananes différenciables par le goût et la forme, et par une mise en évidence dans les rayons, en sachets par exemple (cf. figure 5).

Ces segments de marché que peuvent ouvrir les nouvelles variétés permettraient de valoriser des produits spécifiques aux Antilles, afin de rester compétitifs au niveau du marché européen.

Cependant, cette démarche de diversification ne pourra aboutir qu'avec un réel intérêt des opérateurs en aval de la filière, notamment les



importateurs et les distributeurs. Grâce à une démarche commune et volontariste, de nouvelles variétés pourraient ainsi prendre une place importante sur le marché export.